Repères

Le magazine d'information de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire IRSN

N°11
novembre
2011

radioécologie

épidémiologie

FAITS & PERSPECTIVES

Surveillance renforcée des importations japonaises

DÉBAT

Risque sismique, ou comment anticiper l'imprévisible

radiopathologie

dosimétrie

UNSCEAR

MELODI

CIPR

OMS

EURATOM

DOSSIER

De l'international à la France

Élaboration des normes de radioprotection



Les risques perçus par les Français

➤ Les préoccupations des Français sur leur avenir économique prennent le pas sur leurs inquiétudes liées à la dégradation de l'environnement et à l'effet de serre. C'est ce que révèle la dernière édition du *Baromètre IRSN*, parue en juin, consacrée à la perception des risques et de la sécurité. Il a été réalisé à partir d'un sondage auprès de Français fin 2010, puis enrichi par l'opinion de 400 leaders politiques, économiques et médiatiques à la suite de Fukushima. Interrogés à chaud, notamment sur cet accident, ces derniers souhaitent une évaluation pluraliste de la sécurité des installations.

RENSEIGNEMENTS :
www.irsn.fr, rubrique Base de connaissances > Librairie > Publications institutionnelles



Nouveau bilan de la surveillance des travailleurs

➤ Le bilan 2010 de la surveillance des travailleurs exposés aux rayonnements ionisants est disponible sur le site de l'IRSN. C'est le résultat de l'exposition professionnelle en France mise à jour comme chaque année. Cette édition innove en présentant les résultats par domaines d'activité : médical et vétérinaire, nucléaire civil et défense, industries utilisant des sources radioactives, activités exposant à la radioactivité naturelle renforcée… Les médecins du travail et les personnes compétentes en radioprotection pourront situer les professionnels qu'ils suivent par rapport à l'exposition dans leur secteur.

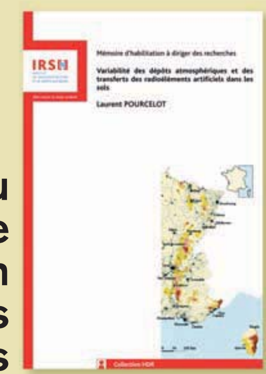
RENSEIGNEMENTS :
www.irsn.fr, rubrique Avis et rapports d'expertise > Rapports d'expertise > Radioprotection de l'homme



Position de l'IRSN sur la conception des réacteurs de recherche

➤ L'ouvrage *Prise en compte des accidents de type "Borax" pour les réacteurs de recherche* est disponible sur irsn.fr, en versions française et anglaise. Il est édité dans la collection "Documents de référence" de l'IRSN. Il retrace l'accident du réacteur américain SL-1 survenu en 1961, les enseignements tirés et l'approche qu'il paraît souhaitable d'adopter pour l'IRSN dans la prise en compte de ce type d'accident pour la conception de réacteurs de recherche.

RENSEIGNEMENTS :
www.irsn.fr, rubrique La Recherche > Publications et documentation > Collection des ouvrages IRSN



Un nouveau mémoire d'habilitation à diriger des recherches

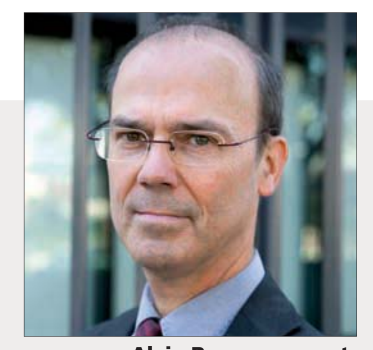
➤ Le mémoire d'habilitation à diriger des recherches *Variabilité des dépôts atmosphériques et des transferts des radioéléments artificiels dans les sols* vient de paraître, dans la "Collection HDR" de l'Institut. Les travaux de son auteur, Laurent Pourcelot, chercheur au laboratoire d'études radioécologiques en milieu continental et marin à l'IRSN, se sont portés sur les dépôts de contaminants radioactifs de l'atmosphère et leurs migrations dans les sols. L'ouvrage est disponible sur le site de l'IRSN en téléchargement ou, sur commande, en format papier.

RENSEIGNEMENTS :
www.irsn.fr, rubrique La Recherche > Publications et documentation > Collection des ouvrages IRSN

Sommaire

Pour vous abonner au magazine, connectez-vous sur **irsn.fr** rubrique **Publications**

Éditorial



Noak/Le bar Floréal/IRSN

Alain Rannou, expert en radioprotection de l'homme et conseiller scientifique à l'IRSN.

Comment s'élaborent les normes

La radioprotection a pour objectif premier d'assurer un niveau approprié de protection pour l'homme et l'environnement susceptibles d'être exposés aux rayonnements ionisants. Pour cela, elle doit s'appuyer sur des "normes de protection", c'est-à-dire un ensemble de règles et de procédures fondées sur des connaissances scientifiques et techniques bien établies, sur le retour d'expérience et aussi sur des jugements de valeur partagés par différentes parties prenantes. Ces normes ont de tout temps été élaborées à l'international, puis reprises en droit français après tout un travail de transposition pour les adapter au contexte national. Au moment où le projet révisant la directive 96/29/Euratom "normes de base" vient d'être approuvé par la Commission européenne et qu'un travail de transposition va maintenant commencer, ce dossier montre comment s'élaborent ces normes et quel est le rôle joué par l'IRSN dans ce processus.

IRSN **Repères** – Éditeur : Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire – 31, avenue de la Division-Leclerc, 92260 Fontenay-aux-Roses – Tél. : 01 58 35 88 88 – Site Internet : www.irsn.fr – Courriel : reperes@irsn.fr – **Directeur de la publication :** Jacques Repussard – **Directrice de la rédaction :** Marie-Pierre Bigot – **Rédactrice en chef :** Catherine Roulleau – **Assistante de rédaction :** Isabelle Cussinet – **Comité de lecture :** Michel Brière – **Assistance éditoriale, rédaction, secrétariat de rédaction, direction artistique, réalisation:** Emapress – **Iconographie :** Nadia Bouda – **Infographies :** Hervé Bouilly – **Impression :** Galaxy (72) – Imprimé sur Cyclus print – **ISSN :** 2103-3811 – novembre 2011.

Agenda

➤ 15 et 16 octobre 2011
L'IRSN a participé à la Fête de la science sur le site de Saclay (Essonne) et au village des sciences de Marseille (Bouches-du-Rhône). Les experts ont présenté les activités de l'Institut où la chimie tient une place importante.

➤ 5 décembre 2011
La prochaine réunion de la commission de déontologie de l'IRSN se tiendra à la Maison de la recherche, à Paris (75007).

➤ 13 décembre 2011
La Société française de radioprotection organise une journée sur le thème de la "Radioprotection des patients en imagerie médicale" à Paris (75015). Plusieurs experts IRSN y contribuent

➤ 14 et 15 décembre 2011
La boucle Viktoria, fruit du partenariat entre la société Vuez (Slovaquie) et l'IRSN, sera inaugurée à Levice (Slovaquie). Ce dispositif expérimental permettra de mener des recherches sur des sujets, encore peu explorés au niveau mondial : la création d'effets chimiques qui pourraient entraver le refroidissement du cœur d'un réacteur…

En chiffre…

91 %
des Français

interrogés pour le *Baromètre IRSN* 2011 sur la perception des risques et de la sécurité sont favorables au développement de structures de concertation pluralistes associant experts scientifiques, décideurs politiques, associations et citoyens afin de gérer des situations à risque.

Contamination interne

Un logiciel pour mieux surveiller les travailleurs du nucléaire


La surveillance des travailleurs exposés au plutonium à Areva La Hague est affinée grâce à ce logiciel.

Areva

"Voilà un exemple remarquable de collaboration entre un service de santé du travail et un organisme de recherche", déclare le Dr Philippe Casanova, médecin du travail du centre Areva de La Hague (Manche). Il s'est associé à la thèse de physique d'Estelle Davesne, portant sur "l'optimisation des programmes de surveillance de la contamination interne par l'étude des incertitudes liées à l'évaluation dosimétrique". Cette chercheuse du laboratoire d'évaluation de la dose interne à l'IRSN a conçu un logiciel affinant les prescriptions d'examen pour les travailleurs du nucléaire. Avec l'appui de deux membres de l'Institut : Éric Blanchardon, expert en dosimétrie interne, et Éric Chojnacki, statisticien. *"L'innovation de cette thèse est de permettre aux médecins du travail de déterminer la probabilité de contamination d'un travailleur, en tenant compte des situations réelles et des conditions d'exposition"*, explique le Dr Casanova, qui a fourni les éléments cliniques (données de terrain, dosimétrie, calcul de dose…) et qui teste en situation réelle le logiciel. *"Grâce à la rapidité des calculs, on peut vérifier plusieurs hypothèses : effectuer le calcul sur différents radioéléments, faire varier les paramètres… On détermine précisément le type et la fréquence d'examens à prescrire. Pour les travailleurs de La Hague exposés au plutonium, le bénéfice est double : des examens moins nombreux et une surveillance affinée."*
Ce nouvel outil est déjà utilisé par l'IRSN et Areva La Hague. Bientôt exploité sur le site d'Areva Marcoule (Gard), il a vocation à se généraliser à l'ensemble des médecins du travail des installations nucléaires. ■

Pour en savoir plus : www.irsn.fr, rubrique La Recherche > Publications et documentation > Aktis > archives Aktis n°3.
Thèse disponible sur : www.irsn.fr, rubrique La Recherche > Formation par la recherche > Thèses > Thèses soutenues > DRPH.

Radiothérapie

Des pistes pour améliorer la sécurité des traitements

"L'enjeu est de comprendre ce que les nouvelles mesures réglementaires entraînent comme changements pour les professionnels de santé", explique Sylvie Thellier, expert en facteurs humains à l'Institut. Elle est l'auteur du rapport *Les professionnels de la radiothérapie face à l'obligation d'améliorer la sécurité des traitements*. À l'aide d'entretiens menés dans cinq services de radiothérapie[1], l'Institut a examiné la capacité du personnel à se conformer à ces nouvelles exigences. Pour le Dr Pierre Richaud, coordonnateur du département de radiothérapie de l'Institut Bergonié, l'étude offre une analyse de l'évolution des services depuis 2007, et *"montre que nous partageons tous la même exigence de sécurité du patient et des professionnels qui l'entourent. Elle souligne la nécessité d'une meilleure coordination entre les acteurs"*. ■

Pour en savoir plus : www.irsn.fr, rubrique Actualités et presse > Communiqués et dossiers de presse

1. Deux sites publics : AP-HP La Pitié-Salpêtrière (Paris), GHI Montfermeil (Seine-Saint-Denis); trois acteurs privés : le Centre de lutte contre le cancer (CLCC) Bergonié Bordeaux (Gironde), le centre de radiothérapie de Ris-Orangis (Val-de-Marne) et le centre Saint-Michel à La Rochelle (Charente-Maritime).


Grégoire Maisonneuve/IRSN

Au cours de l'analyse des dossiers, les experts de l'IRSN ont effectué des visites dans les installations. Ici, à la centrale de Cruas.

Évaluations complémentaires de sûreté

L'IRSN analyse la robustesse des installations nucléaires

Comment réagirait une centrale nucléaire en cas de séisme majeur ? d'inondation extrême ? de panne électrique totale ? de perte totale de source froide ? d'une conjugaison de l'ensemble ? Autant de questions auxquelles les exploitants ont dû répondre pour le 15 septembre, en réalisant des évaluations de résistance de leurs installations. Et autant de dossiers à analyser pour les experts de l'IRSN. *"Un énorme travail préparatoire avait déjà sollicité plus d'une trentaine d'ingénieurs de tous les services*, ajoute Martial Jorel, directeur de la sûreté des réacteurs et chargé du pilotage stratégique de ce dossier. *Nous avons eu besoin de construire une grille d'analyse ainsi que de l'expertise des sismologues et des spécialistes de l'inondation pour porter un avis sur les aléas plausibles. Les spécialistes des systèmes et des accidents graves ont été sollicités pour examiner la résistance des lignes de défense de l'installation. Certains points ont été vérifiés sur les sites, par exemple l'existence et l'état des protections contre les inondations."* Quatre experts de l'IRSN ont accompagné les inspecteurs de l'Autorité de sûreté nucléaire durant les 2 à 6 jours de visite de chaque centrale. Leur rôle était de repérer en amont les points sensibles et de les observer *in situ*. ■

Programme de recherche Extrema

Comprendre le devenir des rejets dans l'environnement

INONDATION

Extrema étudie l'impact d'épisodes météorologiques tels que la crue du Rhône en 2003.

Vincent Bouillier

"Les connaissances acquises sur les transferts de polluants en conditions climatiques extrêmes permettront de prédire les conséquences de scénarios catastrophes liés au changement climatique", explique Frédérique Eyrolle, coordinatrice du programme de recherche Extrema à l'IRSN. Piloté par l'Institut et cofinancé par l'Agence nationale de la recherche (ANR), ce projet reposait sur l'analyse des conséquences d'épisodes météo-climatiques extrêmes. *"Avec nos partenaires*[1]*, nous avons évalué l'impact des crues et des tempêtes sur les systèmes des bassins versants de la Têt*[2] *et du Rhône*[3] *ainsi que sur celui du golfe du Lion*[4]*"*, précise-t-elle.
Ces travaux ont permis de mieux comprendre le devenir des rejets radioactifs dans la géosphère dans les 20 à 30 prochaines années. Pour mémoire, ces rejets proviennent des centrales nucléaires et d'événements du passé – tel Tchernobyl.
"Un des intérêts d'Extrema est de réunir les résultats expérimentaux et de la modélisation", note Michel Vauclin, en charge du programme Vulnérabilité milieu et climat à l'ANR. Il se félicite aussi *"de la bonne coordination des équipes et d'une vingtaine de publications scientifiques"*. ■

1. *Centre de formation et de recherche sur l'environnement marin (Cefrem), Centre européen de recherche et d'enseignement des géosciences de l'environnement (Cerege), Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (Ifremer), pôle d'océanographie côtière de l'Observatoire Midi-Pyrénées.* ***2.*** *Principale rivière des Pyrénées-Orientales.* ***3.*** *Le bassin du Rhône part de Suisse pour se jeter dans la mer Méditerranée, principalement par le Rhône.* ***4.*** *Une zone qui s'étend des Pyrénées à Toulon (Var).*

Pour en savoir plus : www.irsn.fr, rubrique La Recherche > Principes et organisation > Programmes de recherche > Projet Extrema

Référentiel incendie

Un mode d'emploi de l'évaluation du risque

En juillet dernier, l'Institut a publié un rapport sur la démarche d'analyse des risques d'incendie dans les installations nucléaires. Ce document de référence présente aux exploitants les principes qui doivent être appliqués pour réaliser cette analyse, et les éléments de démonstration attendus du point de vue de la sûreté. Ce référentiel rédigé par des spécialistes de l'Institut défend une vision commune de la sûreté.
"La culture du risque a changé. On est passé de l'obligation de moyens à l'obligation de résultat, note Jocelyne Lacoue, ingénieure spécialiste des risques d'incendie, qui a coordonné le document. *Aujourd'hui, les exploitants doivent pouvoir justifier qu'ils ont bien envisagé un ensemble suffisant de scénarios de cumuls d'événements et que, dans ces situations, la maîtrise d'un incendie pourrait être assurée dans des conditions de sûreté satisfaisantes."*

Pour en savoir plus : www.irsn.fr, rubrique Avis et rapports d'expertise > Rapports d'expertise > Sûreté nucléaire

Télex

En tant qu'organisme de recherche dans le domaine de la dosimétrie, l'Institut participe au projet Diadomi, piloté par le CEA et financé par l'ANR. Il consiste à développer un dosimètre miniature pour mesurer la dose délivrée au patient par les minifaisceaux utilisés en radiothérapie. La précision attendue pour un tel dosimètre est de l'ordre du pourcent. Ce nouveau détecteur devrait voir le jour courant 2014.



Les douanes françaises inspectent les cargaisons de produits nippons.
AFP Photo/Sébastien Bozon


Selon la provenance des conteneurs, des mesures de contrôle spécifiques sont appliquées.
christian42/fotolia.com



Radioprotection aux frontières

Depuis Fukushima, la surveillan importations japonaises est ren

Afin d'éviter toute importation en France de produits nippons contaminés, alimentaires ou non, des mesures de surveillance ont été prises dès les premiers jours de l'accident. L'expertise de l'IRSN a été sollicitée.



Champignons, thé, algues sont parmi les denrées importées en France très surveillées depuis le drame de Fukushima. Pour contrôler l'entrée sur le territoire de produits contaminés, un dispositif de protection a été mis en place par la cellule interministérielle de crise (CIC). Celle-ci est dirigée par le secrétariat général de la Défense et de la Sécurité nationale, un service du Premier ministre. Du 18 au 30 mars, une trentaine de personnes s'y sont retrouvées chaque matin, avant que les réunions ne s'espacent : représentants de l'Élysée et de Matignon, ministères impliqués (Affaires étrangères, Économie et Finances, Transports, Santé, Agriculture...), acteurs et opérateurs (EDF, Areva, CEA), Institut et Autorité de sûreté nucléaire. *"La cellule avait trois préoccupations initiales : l'aide au Japon, les ressortissants français et les conséquences en France à court terme, dont la question des importations"*, se rappelle Francis Delon, secrétaire général, qui a piloté la cellule.

ÉCLAIRAGE

LA MESURE DE LA RADIOACTIVITÉ DE L'ENVIRONNEMENT, UN DOMAINE DE L'IRSN

- Le service de traitement des échantillons et de mesure de l'environnement (STEME) est désigné comme laboratoire national de référence "radionucléides" (LNR RN). Il réalise aussi de nombreuses intercomparaisons de laboratoires et des formations.

De la phase d'urgence…

Comme l'explique Julien Collet, directeur de cabinet de la Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes, *"dans le cas de Fukushima, le vecteur de risque était surtout alimentaire"*. Francis Delon poursuit : *"tant que l'étendue de la contamination n'a pas été connue avec certitude et tant que nous n'étions pas sûrs que les Japonais étaient organisés pour garantir l'origine de leurs exportations, nous avons appliqué des normes plus strictes que le reste de l'Europe"*. À savoir un contrôle total des produits de consommation humaine. Le fret aérien a fait l'objet des premières mesures : si les denrées mettent trois semaines pour venir en bateau du Japon, il ne leur faut qu'une douzaine d'heures par avion. *"Il a été demandé aux compagnies comme Air France ou Japan Airlines de procéder au contrôle radiologique de tout leur fret,* se souvient Jean-Christophe Gariel, expert IRSN qui a participé à la CIC. *Puis, devant le nombre de résultats négatifs, elles ont été autorisées à se limiter au contrôle d'un seul vol par jour."*

… à la construction d'une règle

La phase d'urgence passée, les règles se sont affinées, l'IRSN appuyant les pouvoirs publics : *"Nous avons proposé à la CIC un maillage du Japon par préfectures, reposant sur les cartographies de contamination établies par l'IRSN sur la base de données japonaises"*, illustre Jean-Christophe Gariel. Ces données ont permis d'adapter les contrôles en France. Elles ont en outre soutenu les positions du Quai d'Orsay lors de discussions tendues avec l'Europe afin d'harmoniser les contrôles aux frontières. Au final, deux zones ont été définies, comme le résume Julien Collet : *"Les produits issus d'une zone proche de Fukushima doivent être accompagnés d'un certificat de mesure de la radioactivité. Ils sont soumis en France à un contrôle aléatoire sur 10 % des lots. Les denrées produites sur le reste du territoire doivent être accompagnées d'un certificat de provenan-*

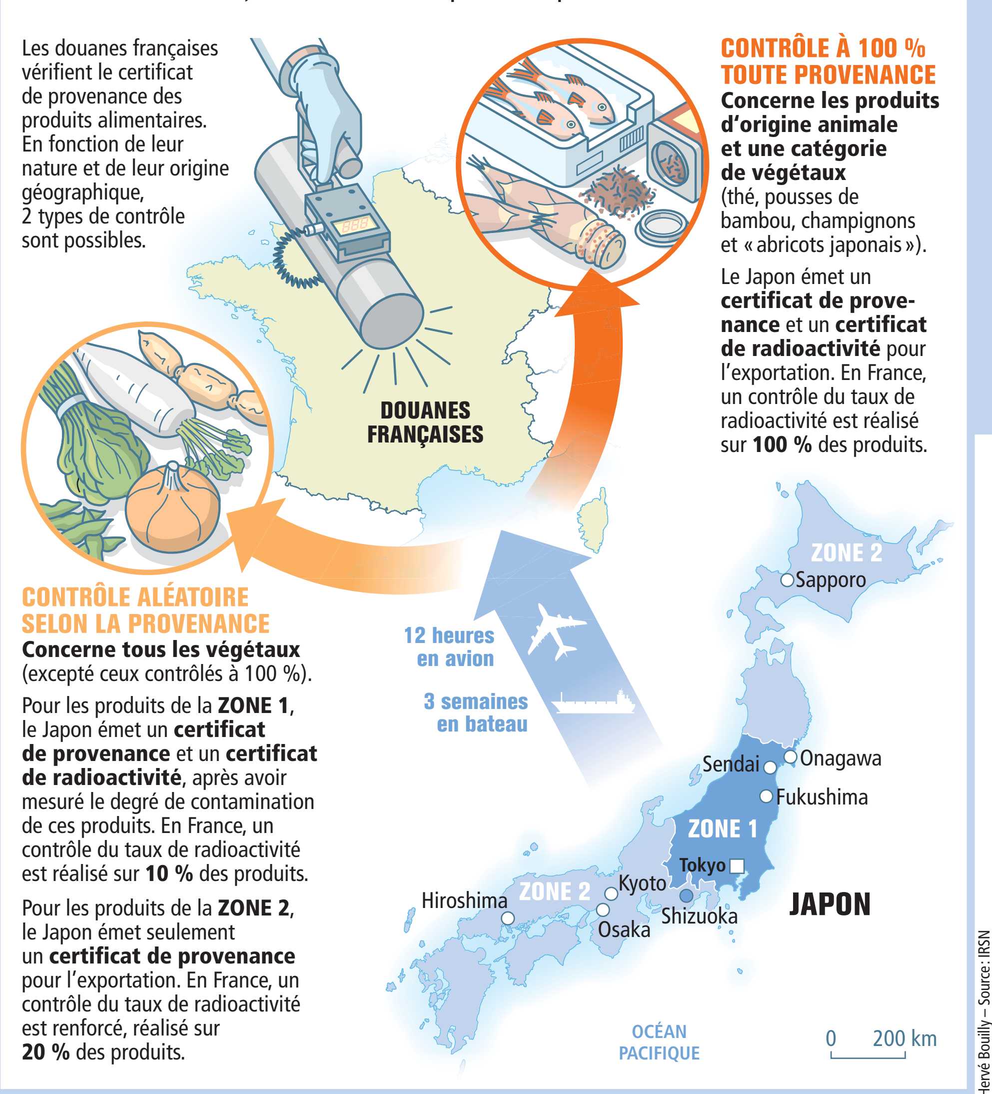

Des laboratoires de l'IRSN peuvent être sollicités pour des mesures complémentaires.
Magali Delporte/IRSN

ce des forcée

ce, et sont soumises à un contrôle sur 20 % des lots." Un système qui restera en place au moins jusqu'à la fin 2011, l'Europe ayant reconduit mi-septembre cette procédure de contrôle. En parallèle, la France garde aussi un œil attentif sur les denrées identifiées comme les plus à risque par l'IRSN, telles les pousses de bambou et les abricots japonais. Fin juillet, 77 lots de produits alimentaires avaient été contrôlés en France, et un seul s'est révélé positif. Il s'agit du cas des feuilles de thé *(voir encadré)*. Du coup, la préfecture de Shizuoka, d'où provenait cette denrée, a été ajoutée à la liste de celles pour lesquelles un certificat de mesure de la radioactivité est exigé. Les importations du Japon ne se limitent pas aux produits alimentaires. Pour aider les entreprises comme L'Oréal à valider la non-contamination de leurs ingrédients nippons, l'IRSN a été sollicité. *"Nous avons aidé deux de leurs usines à établir un protocole de contrôle des marchandises et formé leur personnel à son utilisation"*, témoigne Alain Savary, responsable d'un groupe d'intervention en radioprotection opérationnelle de l'IRSN. Autre demande : celle du comité hygiène et sécurité d'Erca Formseal, fabricant de machines à conditionner des yaourts, pour une présentation au personnel des contrôles réalisés par les autorités françaises. De quoi rassurer les salariés quant aux mesures en place. ■

Les denrées alimentaires japonaises surveillées

Les produits alimentaires importés du Japon sont surveillés par les douanes à leur arrivée en France dans les ports et aéroports. Cette vérification diffère en fonction de la nature du produit ou de sa provenance. Dans tous les cas, si un produit n'est pas conforme aux niveaux maxima établis, il est éliminé ou réexpédié au Japon.



Hervé Bouilly – Source : IRSN

Le cas des feuilles de thé

Juin 2011, les laboratoires de la Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes identifient sur un lot de thé vert, prélevé à son arrivée à l'aéroport de Roissy-Charles-de-Gaulle, une contamination en césium de 1 038 Bq/kg, plus du double du niveau admissible. Saisi par la cellule interministérielle de crise pour des mesures complémentaires, l'IRSN dépêche à Roissy une équipe de spécialistes en radioprotection opérationnelle afin de prélever les échantillons les plus contaminés, remis au service d'étude et de surveillance de la radioactivité dans l'environnement. *"Ce service a préparé des échantillons de feuilles sèches et un thé obtenu par infusion de 50 g de feuilles par litre. Il s'agit là d'un thé plus fort que la normale, puisqu'il est habituellement préparé avec 10 à 40 g de feuilles, et, par conséquent, d'un risque majoré,* explique Romain Vidal, ingénieur du laboratoire de mesure nucléaire (LMN) de l'IRSN. *Les mesures ont confirmé une contamination des feuilles de thé : plus de 80 % des radionucléides étaient passés dans l'infusion."* Si le risque doit être relativisé (même en buvant un litre de ce thé chaque jour pendant un an, la dose absorbée serait minime, au plus de 220 microsieverts), le lot a néanmoins été retourné à l'envoyeur.

Identifié comme contaminé par le laboratoire DGCCRF/douane de Lille, le lot de thé a été analysé par l'IRSN.


DGCCRF/Service commun des laboratoires



L'Institut à tous les échelons p. 11


Noak/Le bar Floréal/IRSN

Auprès des patients et des travailleurs p.

Montage des mouvements de réveils par des femmes aux usines Bayard à Saint-Nicolas-d'Aliermont (Seine-Maritime). L'entreprise utilisait du sel de radium 226 pour le revêtement des aiguilles et cadrans des réveils pour les rendre luminescents.

De l'international à la France

Élaboration des norm de radioprotection

Derrière chaque loi ou décret français relatif à la radioprotection se cache un long processus à l'échelle mondiale. Les normes pour la protection des travailleurs, des patients et du public dans l'Hexagone sont fixées à travers diverses instances, au fil des avancées scientifiques et des demandes de la société. Ces normes sont le fruit d'un long travail de recherche et d'échanges entre experts internationaux, au rang desquels les spécialistes de l'IRSN.



Jacques Boyer/Roger Viollet

Couverture crédit illustration :
Olivier Girault/KOT Illustration.

De la science internationale à la législation nationale

Réglementation. De la recherche mondiale découlent les recommandations et standards internationaux, les normes européennes et, enfin, leur transposition en droit français.

L'héritage est historique : dès les premières utilisations de la radioactivité, la prise de conscience de ses effets nocifs s'est opérée dans le monde entier. En 1928, un comité, devenu depuis lors la Commission internationale de protection radiologique (CIPR), a fixé les premières mesures de prévention pour l'utilisation des rayons X et du radium. Aujourd'hui, une chaîne d'organisations se partage les rôles, entre synthèse des connaissances scientifiques, élaboration des recommandations et établissement des normes.

De l'Unscear à Euratom

Le point de départ de la chaîne est l'Unscear, comité scientifique des Nations unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants. Fort de 21 délégations scientifiques, dont une pour la France, il synthétise les publications scientifiques et rédige des rapports sur les sources de rayonnements et leurs effets sur l'homme. *"L'état de l'art des connaissances scientifiques sur le sujet"*, résume Alain Rannou, expert en radioprotection de l'homme à l'IRSN et membre de la délégation française à l'Unscear.

La CIPR est le deuxième maillon. Au-delà des synthèses des données scientifiques qu'elle produit, elle propose des principes et des modalités pour la gestion du risque radiologique.

Ce n'est qu'au troisième maillon de la chaîne, celui des agences spécialisées, dont l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) et, au niveau européen, Euratom, que des standards apparaissent : les normes de base. Avec une différence de taille, car si les standards de l'AIEA ne sont que des recommandations pour la France, les directives d'Euratom doivent obligatoirement être transposées dans le droit national de chaque État membre.

"Au final, la réglementation française découle des rapports de l'Unscear, des recommandations de la CIPR et, enfin, des directives d'Euratom", conclut Jean-François Lecomte, expert en radioprotection à l'IRSN et membre du comité d'application des recommandations à la CIPR.

Spécificités nationales

Cette organisation de la radioprotection permet que les grands concepts soient partagés par tous. ●●●

CHIFFRE

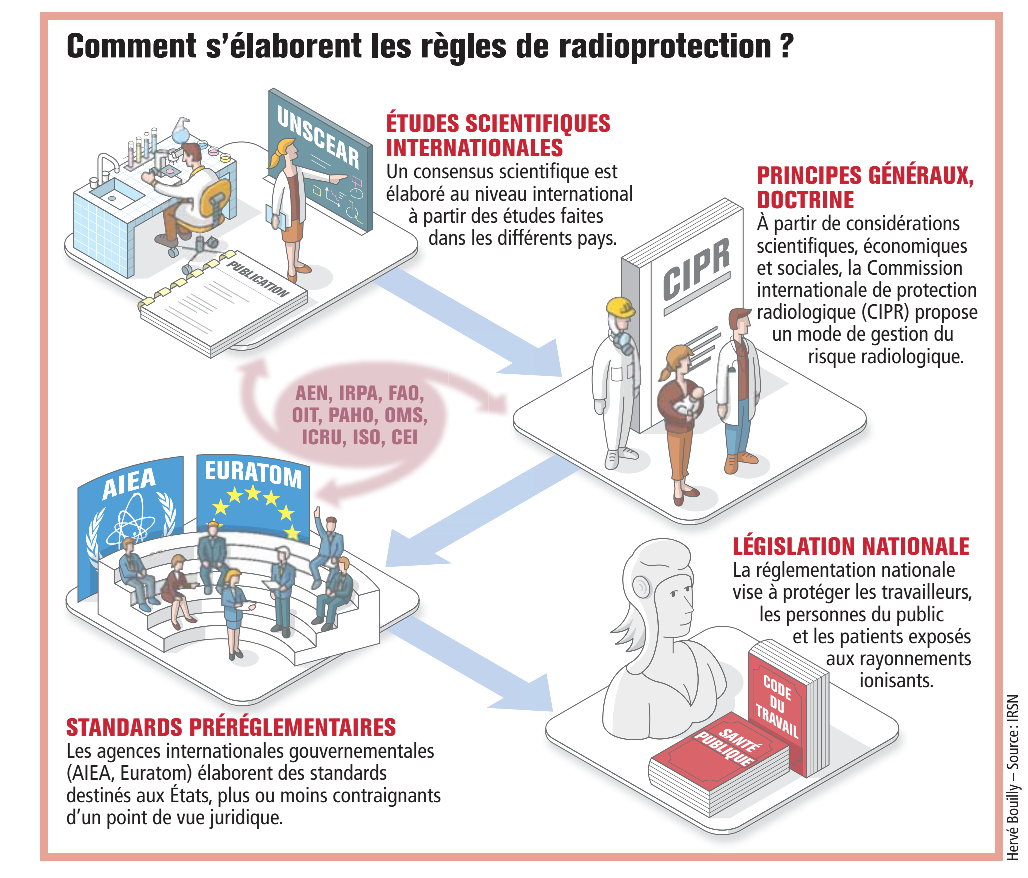
La Commission internationale de protection radiologique (CIPR) ne compte pas moins de **5 comités**.
- **Comité 1 :** effets (interprétation des connaissances sur les effets, dans une perspective de gestion).
- **Comité 2 :** dosimétrie (élabore des modèles et fixe des coefficients de dose).
- **Comité 3 :** médical (patients et travailleurs).
- **Comité 4 :** application des recommandations.
- **Comité 5** (le dernier-né) : environnement.

"Dans les réglementations de tous les pays, on retrouve les mêmes principes fondamentaux – justification de l'exposition, optimisation de la protection et limitation des doses –, les mêmes catégories d'exposition – professionnelles, médicales, du public –, les mêmes limites de dose", poursuit Jean-François Lecomte. Cela n'empêche pas quelques spécificités nationales, lorsqu'un pays se veut plus contraignant. Pour la protection des travailleurs, la France a opté pour une limite de dose à 20 millisieverts (mSv) par an, quand la norme internationale fixait 100 mSv sur cinq ans avec un maximum annuel de 50 mSv. En revanche, lorsque les normes internationales demeurent floues [pour le radon, par exemple], des disparités plus fortes existent d'un pays à l'autre.

Une perpétuelle mise à jour

Au fur et à mesure de l'avancée des connaissances et de l'évolution des concepts, les normes sont révisées. Les recommandations de 2007 de la CIPR, qui remplacent celles de 1991, ont conduit à la révision en cascade des normes de base de l'AIEA, achevée en 2011, et de celles de la directive Euratom, dont le projet vient juste d'être approuvé par la Commission européenne . *"Depuis 2007, la CIPR distingue trois types de situations d'exposition : planifiées, existantes – comme le radon dans une maison – ou d'urgence,* explique Augustin Janssens, chef de l'unité de radioprotection de la Commission européenne. *Cela conduit à restructurer toute la réglementation et à développer le nouveau champ des situations existantes. L'AIEA et Euratom ont porté une attention beaucoup plus grande aux sources naturelles comme le rayonnement cosmique, le radon ou autres, en particulier sur les lieux de travail."* Parallèlement, de nouveaux domaines émergent, notamment la protection de l'environnement, à laquelle un comité a été dédié au sein de la CIPR. De nouvelles préoccupations apparaissent également : l'ouverture à la société ou la volonté de transparence. Ainsi, la CIPR met désormais en ligne tout projet de publication pendant trois mois sur son site Internet, et traite les commentaires reçus (pas moins de 700 pages pour ses recommandations de 2007). Euratom ouvre ses séminaires aux experts de la société civile. ■

Comment s'élaborent les règles de radioprotection ?



Hervé Bouilly – Source : IRSN

Organisations complémentaires

Au-delà de la tétrade **Unscear/CIPR/AIEA/Euratom**, de nombreuses autres organisations émettent des textes de référence et contribuent à l'émergence de consensus sur la radioprotection. Certaines facilitent les échanges techniques, comme l'**AEN (Agence pour l'énergie nucléaire)** de l'OCDE, où 30 pays membres collaborent pour approfondir les bases techniques et juridiques en matière de nucléaire, ou l'**IRPA**, fédération internationale des sociétés de radioprotection, qui organise régulièrement des congrès. D'autres interviennent dans leur domaine de compétence :

- FAO (Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture) ;
- OIT (Organisation internationale du travail) ;
- OMS (Organisation mondiale de la santé) ;
- PAHO (Organisation panaméricaine de la santé) ;
- ICRU (Commission internationale des unités de mesure des rayonnements) ;
- ISO (Organisation internationale de normalisation)
- CEI (Commission électrotechnique internationale).

Toutes ces organisations se concertent au sein de l'**IACRS**. Ce comité interagences créé en 1990 facilite l'harmonisation en radioprotection. Enfin, **Herca**, association créée en 2007 à l'initiative de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) française, rassemble les responsables des autorités européennes compétentes en radioprotection. Autant de structures qui apportent leur pierre à l'édifice dans le respect de leur rôle respectif.

LIENS INTERNET

- ***Pour l'arrêté du 25 mai 2005 : www.legifrance.gouv.fr, rubrique Les autres textes législatifs et réglementaires.***
- ***CIPR : www.icrp.org***
- ***Unscear : www.unscear.org***
- ***AIEA : www.iaea.org***
- ***Communauté européenne : http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radiation_protection/radiation_protection_en.htm***
- ***AEN : www.oecd-nea.org***
- ***IRPA : www.irpa.net***

L'Institut à tous les échelons

Implication. De la recherche à la rédaction de la norme, les experts de l'IRSN sont de toutes les commissions où s'élaborent les normes en radioprotection.

"Institut de recherche et d'expertise, l'IRSN se distingue par une vision transversale de la radioprotection, de la connaissance de base jusqu'à l'opérationnel, précise d'emblée Alain Rannou, expert en radioprotection de l'homme à l'IRSN et membre de nombreuses commissions. *Par exemple, en recherche, et notamment en épidémiologie, les travaux de Margot Tirmarche sur les mineurs d'uranium ont contribué à fixer les nouvelles règles de radioprotection sur le radon. En expertise, la nomenclature des métiers de Siseri*[1] *a particulièrement intéressé l'Unscear*[2]*."* Cela explique que l'Institut soit impliqué à tous les échelons dans la rédaction des normes, de la compilation des résultats scientifiques à l'écriture des textes de loi.

ICRP

La CIPR à Porto en novembre 2009. Et à Stockholm en 1928.

ICRP

Vingt ans de travaux

La transversalité de l'Institut lui permet d'être présent dans toutes les grandes instances où s'écrivent les normes de radioprotection de demain. Trois de ses experts siègent à l'Unscear, quatre à la CIPR[3], certains sont régulièrement détachés à l'AIEA[4], et un participe au groupe d'experts "Article 31" d'Euratom. Une position d'autant plus importante qu'*"il faut généralement vingt ans pour aller de la bonne idée du chercheur à une norme dans la législation nationale"*, rappelle François Paquet, expert en radioprotection à l'IRSN et membre de la CIPR. Les experts participent également aux travaux de normalisation qui trouvent leur implication sur le terrain, dans des instances comme l'ISO[5] et la CEI[6]. *"L'IRSN ne se limite pas à l'élaboration des normes,* ajoute François Paquet. *Coordonnateur au sein de Melodi, le réseau européen de recherche sur les faibles doses, l'IRSN oriente les travaux vers des programmes d'avenir, comme la question des pathologies non cancéreuses – cataracte, maladies cardio-vasculaires – consécutives à une exposition aux rayonnements ionisants."* Demain, l'implication de tous devrait être encore plus grande. Y compris sur le volet environnemental, pour lequel *"il n'existe pas encore de système de radioprotection"*, comme le souligne Jacqueline Garnier-Laplace, spécialiste de l'environnement à l'IRSN. Tout reste donc à écrire et l'IRSN y collabore déjà. Il participe au projet européen Erica, qui a mené à la conception d'un outil homonyme d'évaluation du risque environnemental associé aux radionucléides et à des groupes de travail de l'AIEA, dont celui dédié à l'intercomparaison de modèles. Il contribue à l'établissement d'une norme de qualité environnementale sur l'uranium (concentration à ne pas dépasser pour garantir la protection de la faune, de la flore et de la santé humaine)… ■

1. *Système d'information de la surveillance des expositions aux rayonnements ionisants. Il a été mis en place dans un but de centralisation, consolidation et conservation de l'ensemble des résultats des mesures individuelles de l'exposition des travailleurs.*
2. *Comité scientifique des Nations unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants.*
3. *Commission internationale de protection radiologique.*
4. *Agence internationale de l'énergie atomique.*
5. *Organisation internationale de normalisation.*
6. *Commission électrotechnique internationale.*

CIPR 105 : traduire pour diffuser

"RADIOLOGICAL PROTECTION IN MEDICINE" est la publication de la CIPR qui fait référence en radioprotection médicale. Pour favoriser sa diffusion en France et son appropriation par les radiologues, radiothérapeutes, médecins nucléaires, physiciens médicaux et institutionnels, l'IRSN a entrepris de la traduire. Ce travail a été délicat du fait des nuances de la langue et de l'adaptation du texte aux règles de l'Hexagone : *"La CIPR évoquait le consentement écrit du patient avant toute radiothérapie, ce qui n'est pas la pratique en France"*, illustre Bernard Aubert, expert en radioprotection médicale à l'Institut. Certains experts s'impliquent dans des documents de la CIPR en préparation, par exemple celui sur une évaluation plus précise de la dose délivrée au patient en médecine nucléaire. ■

Un œil sur les cardiologues

En 2007, la CIPR n'avait pas modifié la limite de dose de rayonnements fixée pour le cristallin de l'œil, mais pointait la probable sous-estimation du risque de cataracte radio-induite. En avril 2011, sous la pression d'experts souhaitant profiter de la révision des normes de l'AIEA et d'Euratom, la Commission a revu ses recommandations : 20 mSv par an, au lieu des 150 mSv de 2007. Sont notamment concernés les cardiologues interventionnels lors des procédures qu'ils réalisent en utilisant des rayons X. *"Les premiers résultats de notre étude nationale O'cloc montrent qu'ils ont un risque de cataracte sous-capsulaire postérieure 3,8 fois plus élevé qu'une population non exposée"*, confirme Sophie Jacob, épidémiologiste à l'IRSN et responsable de l'étude. Reste à estimer les doses reçues par les cardiologues au regard des données collectées dans les questionnaires, à examiner si certains d'entre eux dépassent le seuil de 20 mSv par an et à tenter d'évaluer le risque en fonction de la dose.

Auprès des patients et des travai

En pratique. La radioprotection évolue pour mieux protéger les patients lors d'examens radiologiques, les travailleurs exposés à la radioactivité naturelle et l'ensemble des citoyens.

Quels sont les sujets de demain en radioprotection ? *"L'attention portée à l'exposition médicale et à l'augmentation de la dose délivrée au patient en moyenne et par traitement, notamment en raison d'actes de scanner pas toujours justifiés"*, répond Augustin Janssens, chef de l'unité de radioprotection de la Commission européenne. Avant d'ajouter que, depuis la recommandation publiée en 2007 par la CIPR[1], *"l'AIEA[2] et Euratom s'intéressent également de près aux sources naturelles, et notamment aux travailleurs exposés à la radioactivité naturelle"*. Zoom sur ces thématiques.



Photothèque APHP

Les scanners ont désormais l'obligation d'indiquer la dose délivrée au patient.

EXPOSITION DES PATIENTS LORS D'EXAMENS RADIOLOGIQUES

"Comme tout acte médical, la radiologie présente à la fois des risques et des bénéfices, explique le Dr María del Rosario Pérez, spécialiste santé à l'OMS[3]. *Un usage inapproprié des rayonnements en santé peut faire courir un risque inutile."* La règle d'or en matière de radioprotection médicale est la justification de l'acte – un autre système d'imagerie ou une évaluation clinique permettrait-il de réduire ou éviter la dose ? – et son optimisation – choisir la dose la plus faible permettant d'assurer une qualité d'image radiologique suffisante. Malgré tout, *"la part de l'exposition médicale a fortement augmenté depuis les années 1980, au point de devenir presque aussi importante que l'exposition naturelle"*, met en garde le Dr Hervé Brisse, radiopédiatre à l'Institut Curie et membre du groupe permanent d'experts en radioprotection médicale de l'ASN[4]. *"Un rapport sur l'exposition des citoyens américains a montré qu'en 25 ans, le nombre d'examens a été multiplié par 7,3 et la dose par personne par 5,7"*, précise le Pr Eliseo Vano, de la faculté de médecine de Madrid, membre de la CIPR et du groupe d'experts "Article 31" d'Euratom. Aux États-Unis, le scanner est responsable de 49 % de la dose médicale reçue, le reste étant délivré par la médecine nucléaire (26 %), la fluoroscopie interventionnelle (14 %) et la radiographie et la fluoroscopie conventionnelles (11 %). *"Technologiquement, le scanner a beaucoup évolué : alors que chaque coupe nécessitait plusieurs minutes à ses débuts, on peut aujourd'hui réaliser 500 coupes en quelques secondes,* poursuit le Dr Hervé Brisse. *La facilité avec laquelle la dose peut être délivrée s'est donc largement accrue. En imagerie numérique, la surexposition peut être méconnue, car elle fournit une image identique, voire plus belle, alors qu'en argentique, on obtiendrait un cliché noir."*

Pour protéger les patients, la législation française a contraint les constructeurs à équiper leurs appareils de radiologie d'un indicateur de la dose délivrée. Des guides de prescription et de bonnes pratiques ont été rédigés pour les prescripteurs et les utilisateurs. Les radiologues doivent suivre une formation initiale et continue en radioprotection ; les machines sont régulièrement contrôlées ; des niveaux de référence diagnostiques (NRD)* réglementaires permettent à chaque établissement de s'auto-évaluer. À partir de l'analyse réalisée en 2010 par l'IRSN, *"une mise à jour de ces NRD est attendue pour fin 2011, avec des chiffres souvent revus à la baisse et, enfin, des NRD pour le scanner chez l'enfant qui n'existaient pas dans le premier arrêté de 2004"*, se félicite Hervé Brisse. Demain, la législation devrait se renforcer, à la suite des recommandations en cours de publication dans les commissions internationales. ■

** Les niveaux de référence diagnostiques ou NRD sont établis pour des examens standardisés et des patients types, sur la base des pratiques relevées en France. Ce ne sont pas des limites, mais des indicateurs de dose qui ne devraient pas être dépassés sans justification pour des procédures courantes.*

Recommandations à paraître

DR

Pr Eliseo Vano, président du comité 3 (médical) de la CIPR[1] et du groupe d'experts "Article 31" d'Euratom.

"La CIPR devrait publier, en 2012, trois documents sur la radioprotection en cardiologie, en pédiatrie et en fluoroscopie. Dans la directive à paraître sur les normes de base en radioprotection, la Commission européenne a intégré plusieurs recommandations de protection du patient. Des cours de radioprotection deviennent obligatoires dans les écoles de médecine et dentaires. Pour des personnes non malades, les actes de diagnostic doivent être justifiés. L'exposition des travailleurs et des patients est prise en compte dans la justification et l'optimisation des actes radiologiques. Le patient doit être informé par son généraliste des risques encourus pour tout scanner…" ■

lleurs


Certains employés de fonderie sont exposés.

Gaël Kerbaol

TRAVAILLEURS EXPOSÉS À LA RADIOACTIVITÉ NATURELLE

Qu'ont en commun les travailleurs d'une fabrique d'engrais, d'une verrerie et d'une installation de traitement d'eau ? Ils peuvent être exposés à des doses de rayonnements significatives, par l'utilisation d'une matière première radioactive : phosphates, four à céramique ou filtre à eau. *"Longtemps ignoré, le sujet a été traité en France par un arrêté interministériel de 2005, qui a listé dix secteurs potentiellement à risque"*, explique Jean-Luc Godet, directeur des rayonnements ionisants et santé à l'ASN[4] et membre du groupe d'experts "Article 31" d'Euratom. Il s'agissait d'exiger de la part des chefs d'entreprise que soient réalisées des études pour estimer les doses reçues par les travailleurs. *"L'IRSN a défini une méthodologie et a expertisé les 80 dossiers reçus,* poursuit l'expert. *Résultat : pour 16 % des postes de travail, la dose dépasserait le millisievert annuel. Des inspections de l'ASN ont été déclenchées ainsi que la surveillance dosimétrique individuelle de ces travailleurs, centralisée par l'IRSN."* Pour le moment, il revient à l'industriel de choisir une protection adaptée, notamment celle des voies respiratoires. Sachant que, en raison de l'empoussièrement, le port du masque est déjà courant. Mais la mise à jour de la directive Euratom pourrait fixer un seuil : si la matière radioactive présente sur le site (y compris les filtres) contient moins de 1 becquerel par gramme, l'industrie serait exemptée. Sinon, les règles de radioprotection inspirées du domaine nucléaire seront imposées. *"La nouvelle directive Euratom, en cours d'examen, introduit également un chapitre dédié au recyclage des résidus provenant de ces industries, comme l'utilisation des cendres volantes issues de la combustion de charbon dans la fabrication de ciment. Une mesure d'indice de la radioactivité naturelle sera demandée et le matériau pourra faire l'objet de restrictions d'usage, voire d'interdictions"*, précise Jean-Luc Godet. On peut donc s'attendre à la parution d'une mise à jour de l'arrêté 2005 et d'un décret réglementant les matériaux de construction. ■

Professions sous contrôle

Un arrêté du 25 mai 2005 dresse la liste des dix activités mettant en œuvre des matières premières contenant naturellement des radionucléides : combustion de charbon en centrale thermique, production de céramique réfractaire, d'engrais phosphatés, d'acide… *"Un groupe de travail conjoint IRSN-ASN-DGT[5] a travaillé à l'évolution de cette liste. Il envisage de supprimer certaines catégories, comme l'utilisation de céramique réfractaire, ou d'en ajouter d'autres comme la papeterie, du fait de la présence de filtres à eau, ou l'extraction de gaz et de pétrole, où l'on note des accumulations de tartre dans les tuyauteries"*, explique Gwenaëlle Loriot, chargée d'évaluation des risques radiologiques à l'Institut.

REMÉDIER AU DÉFICIT DE SAVOIR SUR LES EFFETS DES FAIBLES DOSES

"Les conséquences sur la santé de l'exposition à des rayonnements ionisants peuvent être de deux natures : déterministe ou stochastique", explique Jean-René Jourdain, expert en radioprotection de l'homme à l'IRSN. Les effets déterministes, telles les cataractes ou les brûlures radiologiques, sont dits "à seuil", c'est-à-dire qu'ils n'apparaissent qu'au-delà d'un certain niveau d'exposition (loi "du tout ou rien"). Les effets stochastiques, cancers radio-induits essentiellement, sont susceptibles d'apparaître même à de faibles doses. Leur probabilité augmente proportionnellement à la dose (loi du "linéaire sans seuil"). Si cette relation linéaire entre dose et effets s'appuie sur des études épidémiologiques, elle n'est pas confirmée en deçà de 100 mSv environ. *"Pour tenter de répondre à ces questionnements sur les faibles doses, un réseau européen a été mis en place en janvier 2010 sur les recommandations d'un groupe d'experts"*, précise-t-il. Dénommé Doremi, ce réseau rassemble 22 organismes européens qui vont travailler ensemble jusqu'à la fin 2015. Il va mener des études pilotes et organiser des séminaires pour identifier les déficits de connaissances et les moyens d'y remédier. Parallèlement, l'association Melodi a été créée pour mutualiser les ressources des principaux acteurs de la radioprotection en Europe. Comprenant 15 membres fondateurs et présidée par l'IRSN, elle définira un agenda stratégique de recherche pour les prochaines décennies et en identifiera les financements possibles. ■

Un décalage entre les résultats de recherche et les normes

Le long cheminement entre la publication de résultats de la recherche et leur prise en compte au niveau réglementaire, mais aussi le fait que la radioprotection intègre des considérations non seulement techniques mais aussi éthiques et sociétales, peut conduire à des décalages, voire à des normes mal comprises. Ainsi, le risque de maladie cardio-vasculaire au-delà d'une certaine dose, révélé par des études, n'est pas encore compris dans le système de protection. Inversement, la recommandation de la CIPR de baisser d'un facteur 7,5 la limite actuelle de la dose au cristallin pour les travailleurs repose sur des preuves scientifiques que beaucoup jugent trop ténues et pose le problème de sa mise en œuvre.

BIBLIOGRAPHIE

- **Directive 96/29/Euratom du Conseil,** du 13 mai 1996, fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire de la population et des travailleurs contre les dangers résultant des rayonnements ionisants IRSN : **europa.eu**, rubrique Législation et traités > Synthèses de la législation de l'UE > Emploi et politique sociale > Santé, hygiène et sécurité au travail.
- **Recommandations 2007** de la Commission internationale de protection radiologique (Publication 103), **www.irsn.fr**, rubrique La recherche > Publications et documentation > Coll. des ouvrages IRSN > Coll. Lignes directrices.
- **Unscear 2008 Report :** "Sources and Effects of Ionizing Radiation", vol. I et II, **www.unscear.org**, rubrique Publications.
- **International Basic Safety Standards** for Protection Against Ionizing Radiations and for the Safety of Radiation Sources "Safety Series", à paraître à l'heure où nous bouclons ce numéro.

1. Commission internationale de protection radiologique. 2. Agence internationale de l'énergie atomique. 3. Organisation mondiale de la santé. 4. Autorité de sûreté nucléaire. 5. Direction générale du travail.


Le drame de Fukushima perturbe les schémas de pensée habituels.

Risque sism anticiper l'im

La récente catastrophe japonaise interpelle les Français sur la sû du pays face à un tremblement de terre. Deux spécialistes s'expri

À RETENIR

- **Il existe deux approches pour évaluer l'aléa sismique :** déterministe, pour la conception et la vérification de la tenue des ouvrages et des équipements ; probabiliste, mise en œuvre dans le cadre des évaluations probabilistes de sûreté, par exemple pour les réacteurs EPR.
- **En France, les centrales** sont conçues pour résister à un séisme supérieur au plus gros séisme historiquement connu dans la région.
- **Des coefficients de sécurité** sont utilisés pour pallier les incertitudes dans la chaîne de calcul.

Repères **: Comment le risque sismique est-il pris en compte dans les centrales nucléaires françaises ?**
Hormoz Modaressi : L'évaluation repose à la fois sur la vulnérabilité de l'installation et l'aléa sismique sur son lieu d'implantation. Les centrales font partie des installations les plus surveillées, au vu des impacts potentiels en cas d'accident, et sont soumises à la réglementation la plus stricte.

David Baumont : En France, elles doivent être conçues pour résister à un séisme supérieur au plus fort séisme historiquement connu dans la région. On parle d'approche déterministe.

Comment évaluer ce plus gros séisme présumé, surtout s'il date de plusieurs siècles ?
D. B. : Nous étudions les mesures relevées par les réseaux sismologiques et les données historiques. Ces dernières sont issues des témoignages écrits, plus ou moins nombreux selon les régions et la persistance de la tradition orale. En complément, nous étudions les traces laissées par les failles dans les sédiments, ce qui peut nous révéler l'existence de séismes passés de plus forte magnitude.
H. M. : Chacune de ces étapes demande un important travail d'expertise. Et les experts ne sont pas toujours d'accord ! Cette faille peut-elle induire des séismes ? Ce tremblement de terre survenu au XVIIIe siècle était-il de magnitude 6 ou 7 ?... Les avis sont parfois divergents, d'autant plus quand il manque des données fiables et qu'il faut émettre des hypothèses.
D. B. : Pour compenser ces incertitudes, des coefficients de sécurité ont été mis en place. Pour établir l'aléa sismique auquel doit pouvoir résister une centrale, le plus fort séisme survenu dans la région est déplacé virtuellement au plus près de la centrale, puis majoré d'un demi-point de magnitude.
H. M. : Ce coefficient de sécurité est remis en question. On lui reproche de ne pas être assez élevé.
D. B. : C'est un sujet sur lequel nous travaillons. D'une manière générale, nous développons des outils pour estimer les incertitudes à chaque étape de la chaîne de calcul, afin d'évaluer la robustesse de l'évaluation de l'aléa sismique proposée par les exploitants.
H. M. : Le travail n'est pas fini : il faut ensuite évaluer la réponse du milieu à l'aléa sismique estimé. Certaines caractéristiques locales peuvent amplifier le mouvement du sol. Des lois empiriques existent, mais elles sont empreintes d'imprécisions qu'il nous faut essayer de cerner. Quant aux lois d'atténuation développées un peu partout dans le monde, elles sont entachées d'incertitudes qu'il faut savoir maîtriser.

Une autre approche considère tous les événements sismiques possibles et les associe à une probabilité d'occurrence. De nombreux pays ont choisi cette approche probabiliste. Pourquoi pas la France ?
D. B. : En France, le choix a été opéré en 2001, au moment d'établir la règle fondamentale de sûreté. Plusieurs arguments ont amené à trancher en faveur de l'approche déterministe, au premier rang desquels le manque de recul en France sur ces démarches et la difficulté d'estimer la probabilité de récurrence des séismes dans un pays peu sismique comme le nôtre.
H. M. : Mais le débat n'est pas clos. La France vient de changer son fusil d'épaule pour les bâtiments hors





◀ David Baumont

De formation universitaire en sismologie, il fait d'abord de la recherche dans ce domaine. Il intègre l'IRSN en 2002, au sein du bureau d'évaluation des risques sismiques pour la sûreté des installations, dont il a la responsabilité depuis 2008.



Reportage photos : Gaël Kerbaol/IRSN

ique, ou comment prévisible

reté des centrales nucléaires
ment sur l'évaluation du risque.

nucléaires dits normaux [habitations, bureaux] et spéciaux [hôpitaux, casernes de pompiers…], dont l'aléa sismique est dorénavant calculé selon une approche probabiliste.

D. B. : À cet égard, je pense qu'il est important de ne pas opposer ces deux approches, mais plutôt de voir leur complémentarité. D'ailleurs, l'AIEA recommande dorénavant de comparer les résultats des deux approches. Lors de la conception des réacteurs EPR, le dimensionnement des ouvrages a été fait en s'appuyant sur les résultats d'une évaluation déterministe de l'aléa sismique. Toutefois, des études reposant sur des approches probabilistes sont menées pour compléter l'évaluation de la sûreté de l'installation.

La réglementation évolue-t-elle aussi vite que l'avancée des connaissances ?

D. B. : Il existe un retard de phase inéluctable.

H. M. : Certains reprochent à la réglementation d'être en retard par rapport aux avancées scientifiques. Mais on ne peut pas tout changer dès qu'une étude soulève de nouveaux points, ni attendre l'évaluation "parfaite" de l'aléa sismique, sinon on n'avance pas. Quand de nouvelles études scientifiques sortent, il faut les regarder de près, les confronter et les consolider avant que les résultats ne fassent consensus. C'est à ce moment-là que la réglementation peut intégrer ces mises à jour.



IRSN

L'étude des traces laissées par les failles dans les sédiments révèle l'existence de séismes passés.

CHIFFRE

La centrale de Fessenheim, dans la vallée du Rhin, est conçue pour résister à un séisme de magnitude **6,7**, en référence au séisme qui a touché Bâle en **1352** et dont la magnitude estimée par EDF est de 6,2.

La catastrophe de Fukushima a-t-elle changé votre vision des choses ?

D. B. : Cet événement nous a rappelé combien il fallait rester humble vis-à-vis des phénomènes naturels. D'un point de vue géologique, il perturbe les schémas de pensée actuels, car l'énergie relâchée s'est concentrée sur une faille de faible dimension au regard de sa magnitude importante.

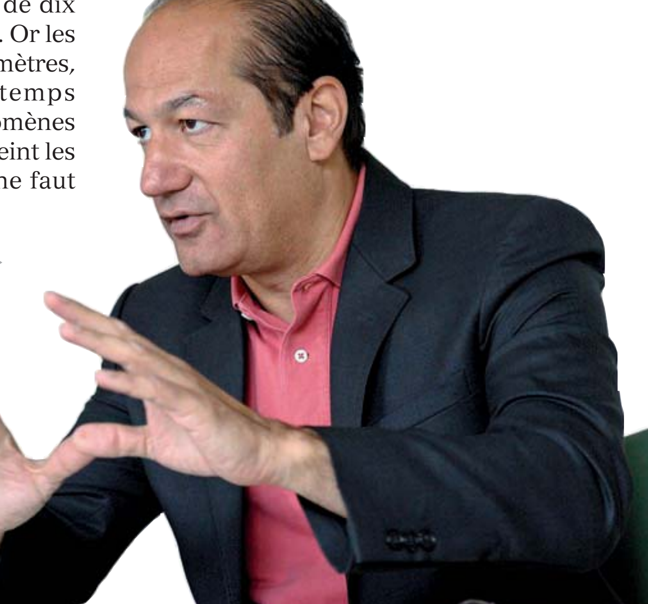
H. M. : De même pour le tsunami. Ce risque avait été évalué à six mètres par les experts japonais. Un mur de dix mètres avait alors été construit. Or les eaux sont montées jusqu'à 14 mètres, et le Japon s'est en même temps affaissé d'un mètre. Les phénomènes en présence sont tels qu'on atteint les limites des connaissances. Il ne faut pas se décourager face à la complexité des processus, et continuer d'étudier, encore et encore.

D. B. : La question se pose forcément en France : que se passerait-il en cas de séisme supérieur à l'aléa estimé ? Un travail de grande ampleur est en train d'être réalisé pour répondre à cette question et évaluer jusqu'à quel niveau de sollicitation les ouvrages et les équipements pourraient résister. ■

Pour en savoir plus : sur la prise en compte du risque sismique pour les sites des installations nucléaires : www.irsn.fr, rubrique Base de connaissances > Installations nucléaires > La sûreté nucléaire > Risques sismiques et installations nucléaires

Hormoz Modaressi

Ingénieur civil de formation, il rejoint le Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) il y a vingt-cinq ans, après des travaux en modélisation puis propagation des ondes. Il y crée en 1999 le service des risques, qu'il dirige encore aujourd'hui.



Réseaux nucléaires

Une réflexion multilatérale sur l'urgence postaccidentelle

À l'occasion de la 55e conférence de l'AIEA, les réseaux de sûreté et sécurité nucléaires se sont réunis pour tirer des enseignements de Fukushima. Etson y participait activement.

En marge de la 55e conférence générale de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), fin septembre à Vienne (Autriche), s'est tenue une table ronde dédiée aux leçons de Fukushima. Parmi les réseaux de sûreté et sécurité nucléaires, elle réunissait l'européen Etson, l'asiatique ANSN, l'hispanophone Foro, l'arabe Annur et l'africain FNRBA. Les 151 États membres de l'AIEA ont profité d'être rassemblés pour organiser une série de rencontres techniques, en parallèle de la définition des orientations générales et de l'adoption du prochain budget de l'AIEA.

Plusieurs propositions ont été émises lors de cette demi-journée: mettre en place un réseau des centres techniques d'urgence afin de mieux coordonner la gestion des accidents et améliorer la collaboration dans la gestion postaccidentelle. Comme l'explique Isabelle Devol-Brown, coordinatrice des relations multilatérales à l'IRSN, *"cette table ronde a été l'occasion de donner une vision concrète des activités et spécificités des différents réseaux. Par exemple, si Etson ne regroupe que des TSO* [organismes techniques de sûreté], *la plupart rassemblent différents types d'entités* [autorités de sûreté, instituts de recherche, TSO et parfois exploitants]. *Une autre différence réside dans la langue de travail : l'anglais est utilisé dans tous les réseaux, à l'exception de Foro, qui s'appuie sur l'espagnol"*. Des différences telles que les réseaux jugent difficile, pour le moment, de se regrouper dans une structure commune. Néanmoins, *"afin de progresser ensemble, qu'il s'agisse d'améliorer la sûreté, de partager leurs retours d'expérience, ou d'harmoniser les méthodes pratiques d'évaluation de sûreté, les représentants des réseaux ont décidé de se rapprocher afin de partager le meilleur de leurs expériences"*, résume Édouard Scott de Martinville, directeur délégué aux relations internationales de l'IRSN.

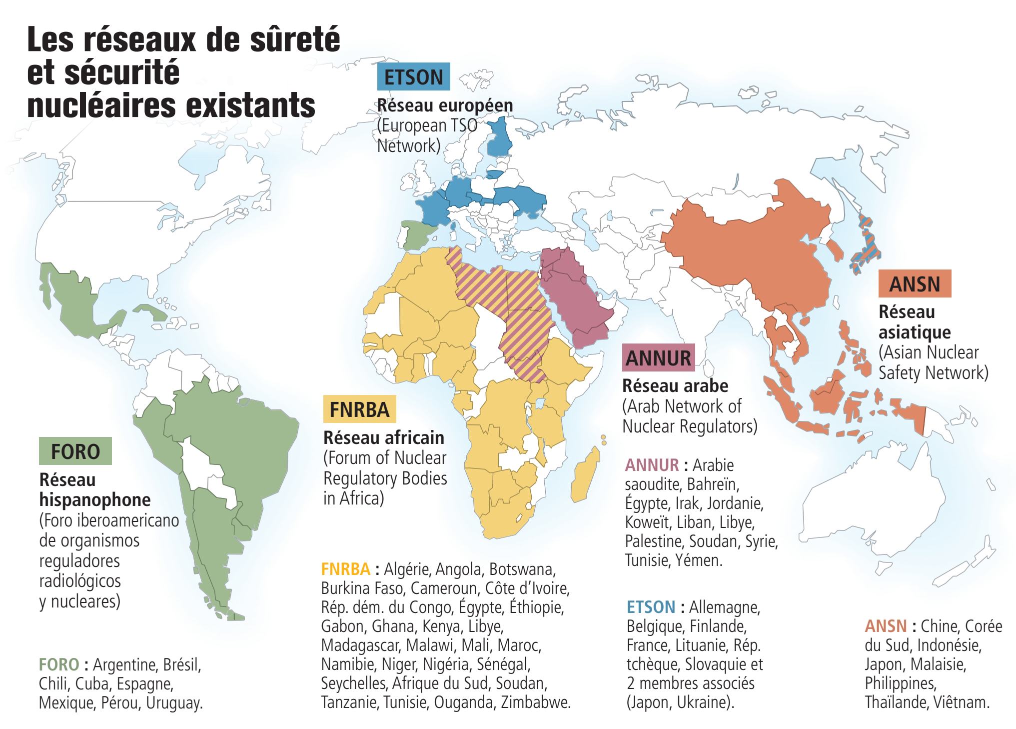
Les organismes techniques de sûreté fédérés

C'est également à l'occasion de la 55e conférence générale de l'AIEA qu'aura été porté sur les fonds baptismaux celui qui s'appelle désormais le TSOF, ou Forum des TSO. Autrement dit, la fédération des organismes techniques de sûreté (TSO) à l'échelle mondiale. Cette naissance n'est pas une surprise: la conférence internationale des TSO qui s'était tenue à Tokyo (Japon), en octobre 2010, avait conclu que l'AIEA devait favoriser la création d'un tel forum. Les termes de référence du TSOF ont été définis en juillet 2011 et une page Internet lui est déjà dédiée sur le site de l'AIEA, qui assure son secrétariat. Reste à mettre en place un comité directeur et un plan de travail détaillé.

Des entretiens bilatéraux

Les participants à la conférence en ont aussi profité pour organiser des entretiens bilatéraux. Ces rencontres privées entre représentants de deux pays ou organismes visaient à rencontrer un nouveau responsable, maintenir les liens tissés ou faire avancer les affaires en cours. Un marathon pour l'Institut, qui a rencontré une quinzaine de délégations en trois jours.

Jacques Repussard a mené ces entretiens avec une double casquette: celle de directeur général de l'IRSN pour rencontrer le nouveau directeur général de l'autorité vietnamienne (Varans), et aborder ses besoins en formation et en expertise; ou celle de président d'Etson pour étudier la candidature du Russe SEC-NRS en tant que membre associé. ■



Fukushima

Aux côtés des expatriés et des entreprises françaises

Au lendemain du drame japonais, l'IRSN dépêchait un spécialiste des situations de crise à l'ambassade de France à Tokyo. Il a su informer et rassurer les Français installés au Japon, les individus et les sociétés.



Lycée français de Tokyo. Une expertise a permis d'évaluer les risques auxquels étaient exposés les occupants.

LFJTokyo

"Faire appel à lui a été l'une des meilleures décisions que j'ai prises durant cette crise." C'est en ces termes que Philippe Faure, alors ambassadeur de France au Japon, parle de la venue au pied levé d'Olivier Isnard, expert des situations d'urgence et d'organisation de crise de l'IRSN, à la demande de son directeur général, Jacques Repussard. Cinq semaines passées sur le terrain, aux côtés de l'ambassadeur, des expatriés et des entreprises françaises, pour Olivier Isnard, relayé durant une semaine par son collègue Olivier Chabanis. *"L'aide concrète apportée par ces experts a consisté à traduire de manière compréhensible les événements auxquels nous avons eu à faire face,* poursuit l'ambassadeur. *Leur avis technique, complété par l'expertise du conseiller nucléaire de l'ambassade, issu du CEA, m'ont guidé dans une prise de décision assez difficile. Ces spécialistes ont notamment rédigé un bulletin d'information quotidien à destination de la communauté française à Tokyo, publié sur le site Internet de l'ambassade. Nous étions la seule ambassade à donner une information aussi précise et complète. C'est également avec Olivier Isnard et le conseiller nucléaire que je tenais, deux fois par jour, des points presse et des réunions avec la communauté française à l'ambassade."*

En cette période d'urgence, il s'avérait impératif de communiquer. Les prises de parole se sont succédé pour Olivier Isnard. À commencer, deux fois par jour, par des réunions d'information avec le personnel de l'ambassade. Mais le cercle des auditeurs s'est agrandi progressivement, avec de nombreux ressortissants. *"De plus en plus de personnes ont même apporté des caméscopes. Cela entraînait un risque de mauvaise utilisation des images diffusées sur Internet. En même temps, l'avantage était d'élargir indirectement le public"*, se remémore-t-il. Les entreprises françaises implantées au Japon se sont également montrées avides d'information, notamment de projections à six mois de la situation. *"Deux ou trois réunions ont été organisées dès les quinze premiers jours de la crise. Des sociétés comme Danone ont pu faire le point sur la conduite à tenir à l'égard de leur personnel, mais aussi sur les risques pour leurs productions locales, en l'occurrence de yaourts et d'eau..."*

Frédéric de La Mure/MAEE



Philippe Faure, ambassadeur de France au Japon lors de Fukushima.

Une expertise au lycée français de Tokyo

Quinze jours après le début de la crise, Olivier Isnard et une vingtaine de sauveteurs de la Sécurité civile ont mené une expertise au lycée français de Tokyo : état des bâtiments après le séisme, risque radiologique, identification de lieux de mise à l'abri des enfants en cas de nouvel incident sismique ou radiologique, etc. À la réouverture de l'établissement, une première réunion avec les enseignants et le personnel a été tenue, puis une seconde avec les parents d'élèves, qui ont participé à une vidéoconférence en direct avec deux experts du centre technique de crise de l'Institut, situé à Fontenay-aux-Roses (Hauts-de-Seine). Olivier Isnard avoue avoir été impressionné par *"le calme de ces parents d'élèves. Ils connaissaient déjà bien la situation par les relais au sein de la communauté d'expatriés. Ils étaient avant tout demandeurs de réponses opérationnelles : peut-on boire l'eau du robinet ? Vaut-il mieux inscrire nos enfants sur des lycées en France ?"* L'ambassadeur résume : *"Les experts de l'IRSN ont donné aux gens des clés pour comprendre et prendre des décisions responsables."*

Aujourd'hui, cette collaboration entre l'IRSN et l'ambassade se poursuit, Olivier Isnard faisant toujours des allers-retours au Japon, comme l'explique l'ambassadeur : *"Des experts continuent de nous apporter un éclairage technique nécessaire."* Avant d'ajouter : *"Les communiqués publiés régulièrement sur le site de l'IRSN sont également très réputés !"* ■

CHIFFRE

70 000 connexions sur le site de l'ambassade de France au Japon, actualisé quasiment en temps réel avec l'aide d'Olivier Isnard, ont été enregistrées pour la seule journée du 14 mars, trois jours après la catastrophe. En parallèle, le centre d'appel de l'ambassade répondait à plus de mille appels quotidiens.



Noak/Le bar Floréal/IRSN

En radiothérapie, une erreur humaine peut conduire à un accident touchant le patient.

Facteurs humains et organisationnels

Un pôle de recherche se met sur pied

Hier, seule une unité d'expertise leur était dédiée. Demain, toute une unité de recherche étudiera le rôle des facteurs humains et organisationnels dans la genèse des accidents. Objectif : devenir un pôle référent pour cette spécialité en sûreté nucléaire et en radioprotection.

Comprendre les facteurs humains, c'est par exemple comprendre comment, malgré les multiples systèmes de sécurité et d'alarme, un opérateur de gammagraphie, en refaisant un des clichés de vérification de soudure, est entré dans la zone de tir et a été irradié. "*Nous cherchons à mettre en évidence toutes les caractéristiques du travail qui peuvent remettre en cause l'efficacité des dispositifs de sécurité. Dans ce cas, il s'agissait de la cinquième nuit consécutive de travail, il était 5 heures du matin et cet ultime cliché devait malgré tout être refait*", explique François Jeffroy, chef du service d'étude des facteurs humains à l'IRSN. Pour soutenir les experts de l'unité facteurs humains dans leurs analyses, l'Institut a décidé la mise en place d'une unité de recherche consacrée au domaine.



Olivier Seignette/Mikaël Lafontan/IRSN

François Jeffroy, chef du service d'étude des facteurs humains à l'IRSN.

De l'expertise…

Jusqu'à aujourd'hui, l'IRSN comptait une unité d'expertise sur les facteurs humains. Son rôle est d'analyser les dossiers des exploitants nucléaires, lors des examens de sûreté des installations, à la suite d'un incident, ou en support à une demande de modification. Pourquoi cet opérateur chevronné qui devait condamner une vanne fermée l'a rouverte en apposant son panneau de condamnation ? (L'analyse montrera notamment que cette vanne était perpendiculaire à celles adjacentes et devait, de manière "illogique", être fermée à la verticale quand toutes les autres étaient fermées à l'horizontale.) Comment assurer la pérennité des compétences quand 50 % des opérateurs d'une installation partiront à la retraite d'ici à cinq ans ? Cette expertise bute parfois sur le manque de résultats de recherche, notamment l'absence de notions théoriques. "*Lorsque nous réalisons nos évaluations, nous sommes confrontés à des questions qui dépassent la simple expertise et nécessitent de nouvelles connaissances, afin d'aller plus loin que la simple description du phénomène*", confirme François Jeffroy.

… à la recherche

Un besoin entendu, en septembre 2010, par le comité d'orientation de la recherche en sûreté nucléaire et radioprotection, qui exprime les attentes de la société. Celui-ci a en effet recommandé à l'IRSN de mettre sur pied, au sein de l'établissement, une unité de recherche entièrement consacrée aux facteurs humains.

"*Il n'existe pas d'unité de recherche publique dédiée à ce sujet dans le nucléaire, en raison d'une faible représentation des sciences sociales dans ce domaine et d'un relatif isolement des quelques rares personnes qui étudient le sujet entre l'École des mines de Nantes, le CNAM* [Conservatoire national des arts et métiers]… justifie François Jeffroy. *Cette unité a vocation à devenir un pôle référent, un catalyseur qui permettra de construire des collaborations. Le domaine est vaste, de l'ergonomie du poste de travail à la sociologie des organisations, en passant par l'anthropologie qui permet d'étudier les dimensions culturelles de la sûreté.*"

Dans la pratique, si ses contours ne sont pas encore définis, "*le laboratoire devrait, à terme, compter 7 à 10 personnes, dont quelques thésards et post-doctorants*", précise-t-il. Un premier noyau devrait se mettre en place début 2012, à l'occasion d'une réorganisation prévue de l'Institut. ■

L'influence de l'accident de Fukushima

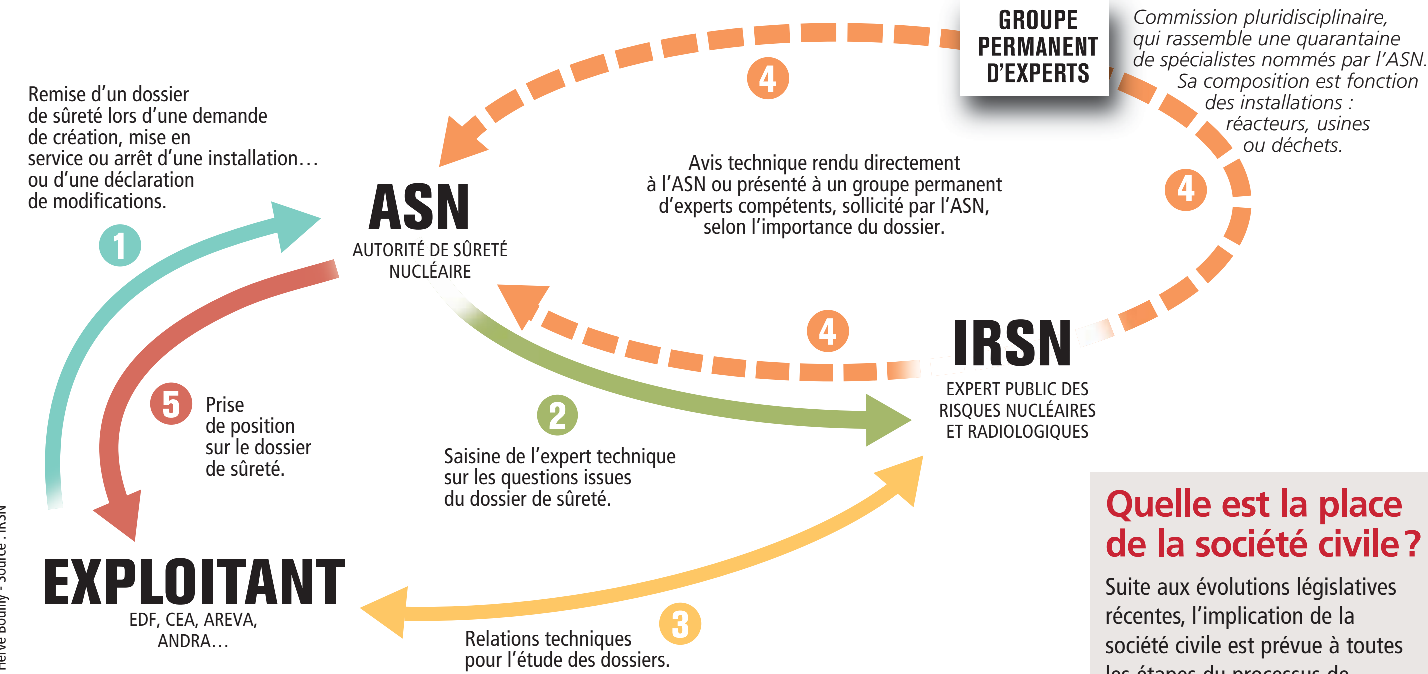
Pour François Jeffroy, chef du service d'étude des facteurs humains à l'IRSN, l'accident de Fukushima rend nécessaire un élargissement du périmètre des facteurs humains. "*Les facteurs humains se limitent trop aux installations : conception, conduite, maintenance… Fukushima a soulevé des questions qui dépassent l'enceinte de la centrale : pourquoi l'avoir construite dans un lieu aussi exposé ? Un éclairage des sciences humaines et sociales [SHS] me semble indispensable pour comprendre les processus d'élaboration des décisions relatives à la sûreté. Cet accident confirme que le public et les parties prenantes doivent être mieux impliqués dans les processus de décision. Les modalités de cette implication sont loin d'être triviales et devraient également faire l'objet d'études et de recherches en SHS.*"

Une problématique qui peut être ramenée à des situations rencontrées en France : par exemple, lorsque le dragage de la Gironde, suspendu pour des raisons de préservation de l'environnement, avait conduit à un envasement de la source froide de la centrale du Blayais (Gironde).

Maîtrise des risques nucléaires et radiologiques

L'expertise au cœur du dialogue de sûreté

En France, durant toute la vie d'une installation nucléaire, de sa conception jusqu'à son démantèlement, il existe un dialogue entre l'autorité de sûreté, l'IRSN et l'exploitant sur les risques nucléaires et radiologiques. L'Institut assure l'instruction technique des dossiers de sûreté. Il participe aussi à l'information de la société civile au cas par cas, sur les risques et leur maîtrise.



Zoom sur l'IRSN dans le dialogue de sûreté

Son rôle

Analyser les risques liés à l'installation (perte de confinement des matières radioactives, exposition aux rayonnements ionisants, criticité, évacuation de la puissance…) et les agressions qui peuvent l'affecter (séisme, inondation, explosion, incendie…).

Son fonctionnement

- Un « pilote d'expertise » est nommé au sein du «service généraliste» dont relève l'installation (sûreté des réacteurs, des usines, expertise nucléaire de défense).
- Le pilote identifie les sujets à traiter et les compétences nécessaires; pour l'instruction du dossier, il constitue une équipe de spécialistes (incendie, génie civil, radioprotection, confinement, accidents…).
- Le pilote et l'exploitant échangent (questions-réponses, fourniture d'éléments complémentaires…); des visites et des réunions se déroulent chez l'exploitant.
- À l'issue de ces échanges techniques, chaque « service spécialiste » remet un avis au « service généraliste »; le pilote prépare l'avis de l'IRSN sur le dossier de sûreté.
- L'avis est adressé à l'ASN par la direction de l'IRSN. Pour les dossiers les plus importants, l'Institut présente son avis et ses recommandations au groupe permanent d'experts.

EN CHIFFRE

10 à 20 experts de l'IRSN sont mobilisés, en moyenne, pour un réexamen de sûreté d'installation (toutes compétences concernées). Cela représente de 6000 à 10000 heures de travail, pour environ une année d'expertise.

Quelle est la place de la société civile ?

Suite aux évolutions législatives récentes, l'implication de la société civile est prévue à toutes les étapes du processus de décision, de l'amont à l'aval. Elle est consultée en particulier, à travers les enquêtes publiques et débats publics. Depuis la loi TSN[1], l'avis de la CLI[2] concernée est requis dans le processus réglementaire dès qu'il y a enquête publique sur un dossier de sûreté. Les travaux engagés par l'Anccli[3] et l'IRSN soulignent l'importance de l'accès à l'expertise de la société pour lui permettre de s'impliquer. C'est dans ce but que l'IRSN expérimente un dialogue avec les CLI autour de dossiers de sûreté en cours et développe la publication de ses avis.

1. Loi relative à la transparence et à la sûreté en matière nucléaire. 2. Commission locale d'information. 3. Association nationale des comités et commissions locales d'information.


IRSN